

M A R C 解析を公共機関で修得しませんか

だれでもできる解析・C A Dの自動化/効率化
これとの組み合わせで1日で修得可能です。

20名程度、
1時間程度の実習で修得しています。

問合せはこちらから
<https://terakoya2018.com/question>

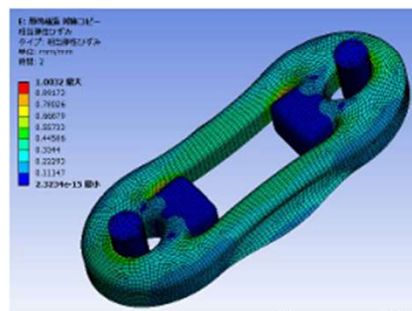
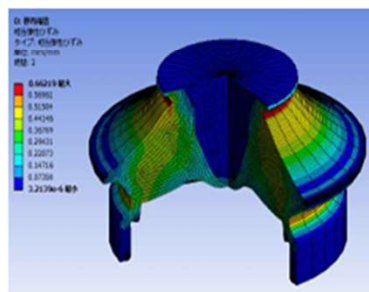
寺子屋/CAE解援隊

連絡先 hagi@terakoya2018.com

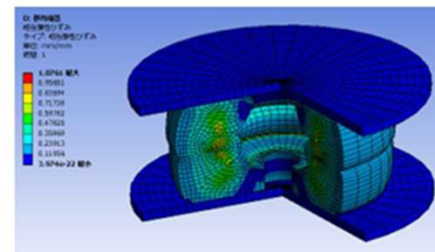


兵庫県工業技術センターでMARC習得しませんか

1日で基本修得でき、その後電話サポートなど。試験場使用料込み20万円～

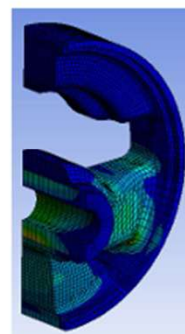
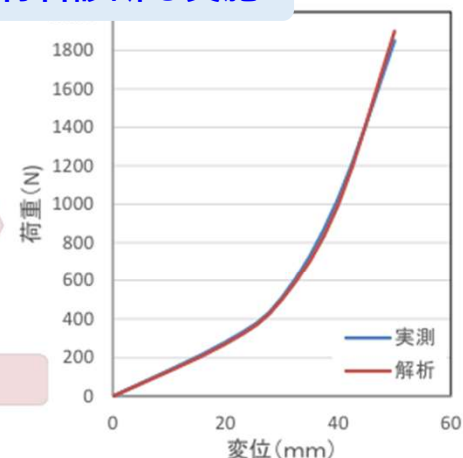


クッションラバーの変形解析



二軸を修得すれば無敵です。

材料診断も実施



ターゲットを絞り自動化システム構築します。
エンジンマウント、Oリングなど
30分1モデル解析実行可能と・・・

自動化、CAD機能の自動描画も可能です。☞

1 日でFEM/MARC-ゴム製品の解析を修得 –タイムスケジュール

週末を利用して、神戸・秋田でMARCを1日で修得しませんか。講習後は、バックアップ万全です。

開発・設計業務にゴムのCAEを効果的に活用するため基礎理論とFEM解析技術を展開

理論、実習面

1. 解析の基礎 理論及び実習

- 1) メッシュの作成からモデル化：平面ひずみ、平面応力、軸対称要素の説明と解析
- 2) メッシングの基本実践と理論：ご要望により調整、解析モデル持ち込み可
メッシュ作成の基本から解析まで簡単なモデル、若しくはお持ち込みモデルでの解析
- 3) 解析結果の見方：ひずみ、応力、荷重たわみ特性、面圧、その他
ゴムの基本として応力評価してはいけない/理論説明含めて

2. 解析応用 2D～3次元への展開

- 1) モデリング手法/拡張
- 2) 解析条件設定
- 3) 結果の見方と結果を簡単に出力する仕組み
- 2) 解析の自動化～CAD自動化への展開
- 3) 熱膨張及び収縮解析

ここまでAM/実習中心・理論は補助

3. 解析の便利機能

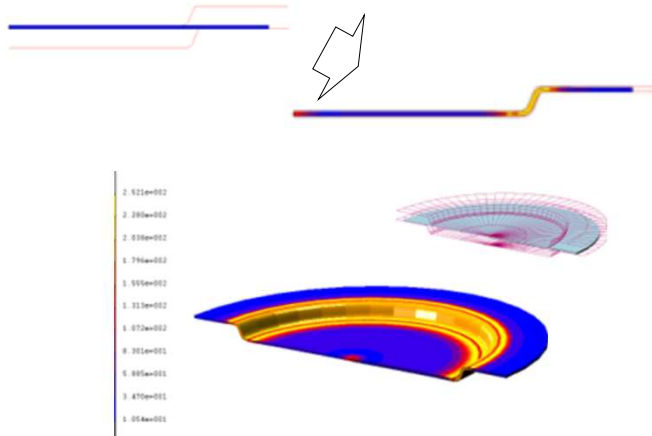
- 1) スムージング解析（回転体など）
- 2) ズーミング解析：局所の詳細解析への展開
- 3) 線形解析でも陥りやすいポイント、改善方法

※理論：ゴムのFE解析[書籍]プレゼント、詳細の説明あり。また、オペレーションのみではなく、
順次、**解析の基礎及び注意すべきポイント、ゴムの解析用材料データの構築について説明。**

導入検討・即開発適用、25万円+税ですぐに2次元（平面、軸対称）から3次元展開まで使えるようになります。

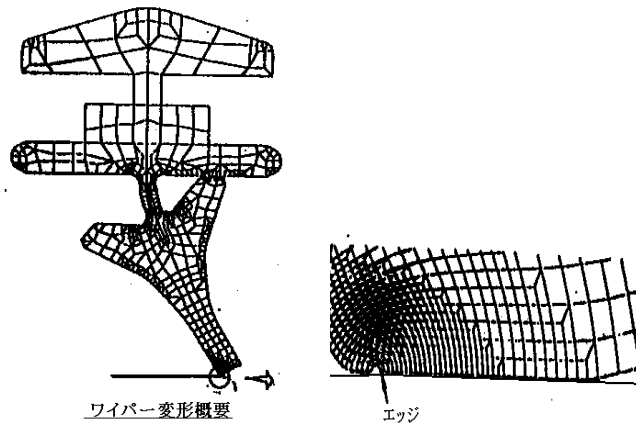
板金の塑性解析

2D解析を3D出力する方法



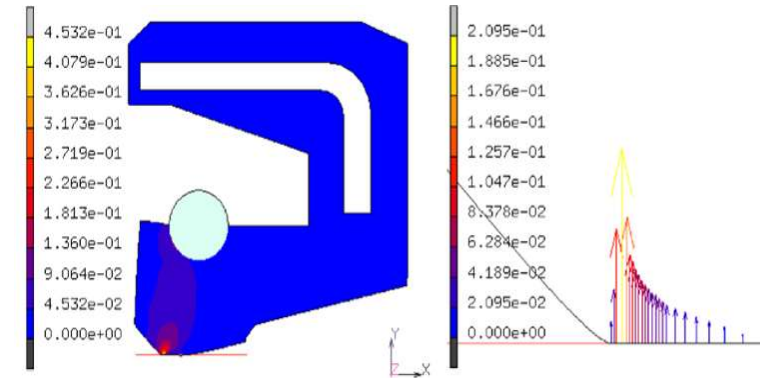
ゴムの平面2D解析

ワイパー断面のリップ詳細解析



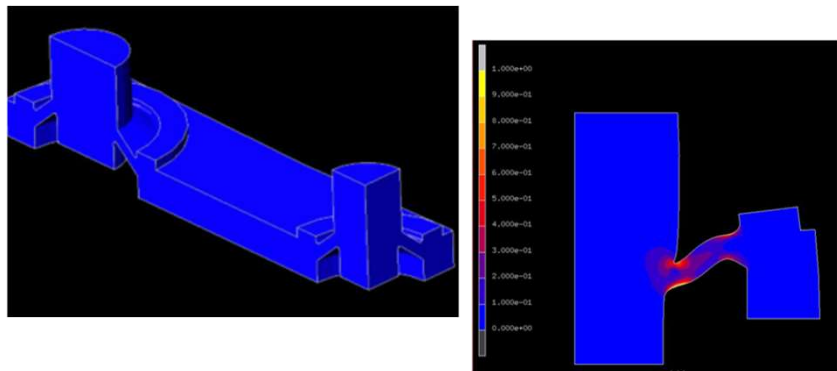
ゴムの軸対称2D解析

シールの面圧解析



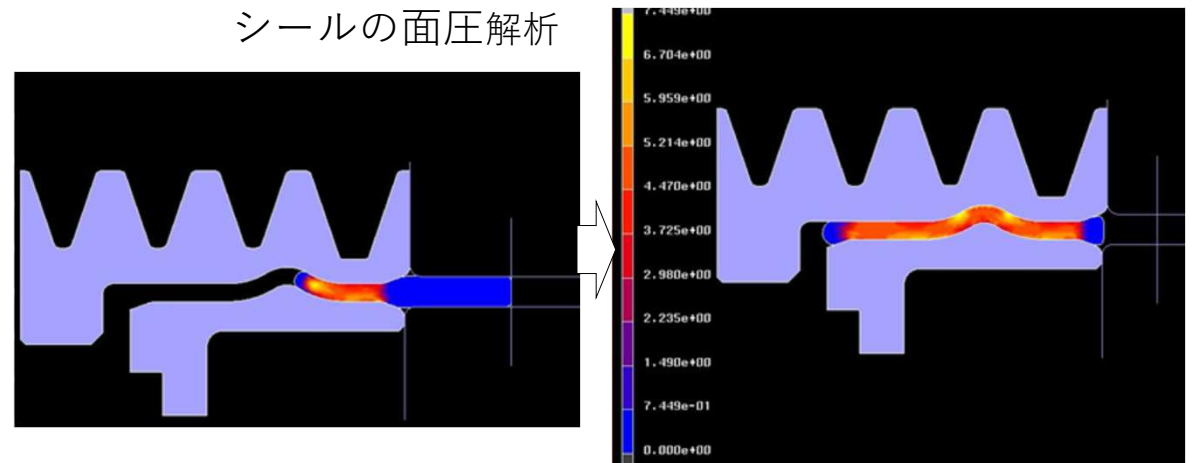
断面の軸対称2D解析

クリック反力解析



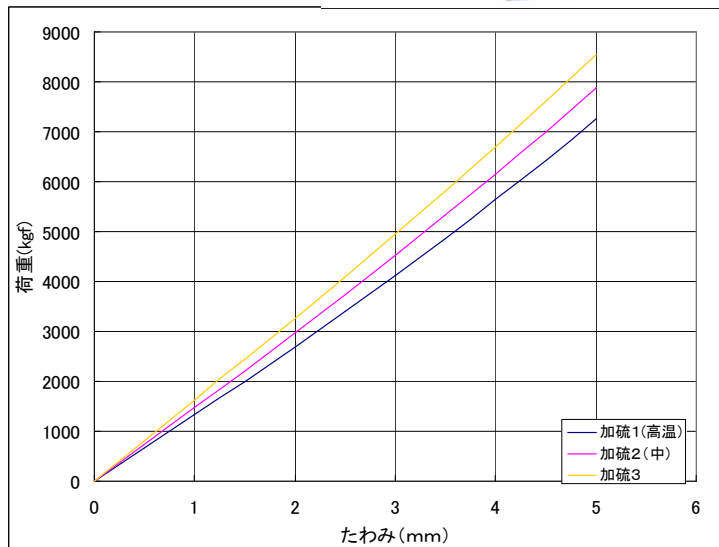
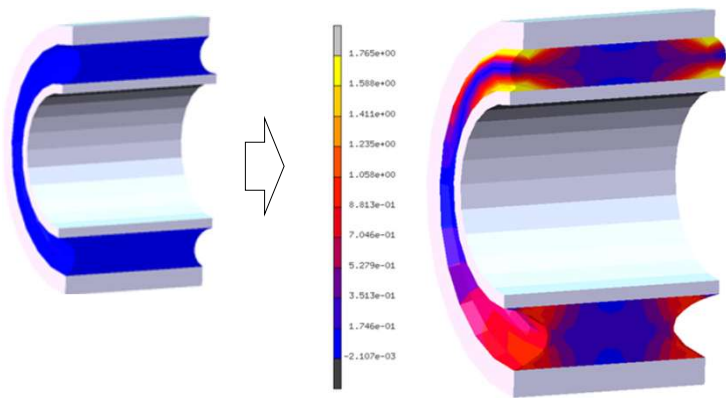
軸対称モデル-ゴムの圧入接触解析

シールの面圧解析



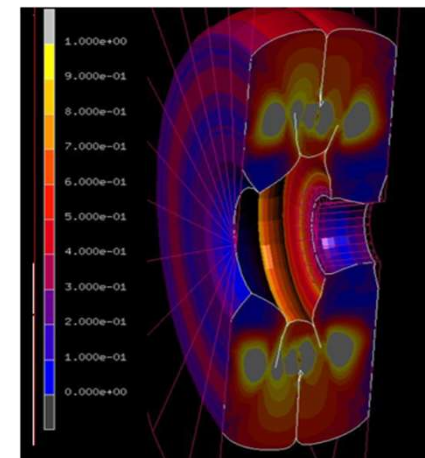
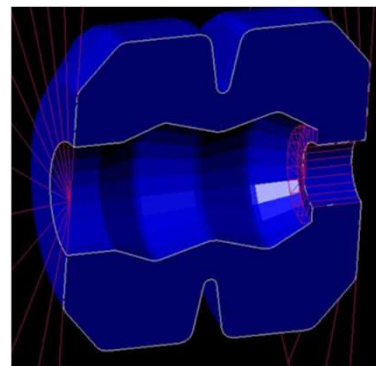
ゴムブッシュの3D解析

変形反力

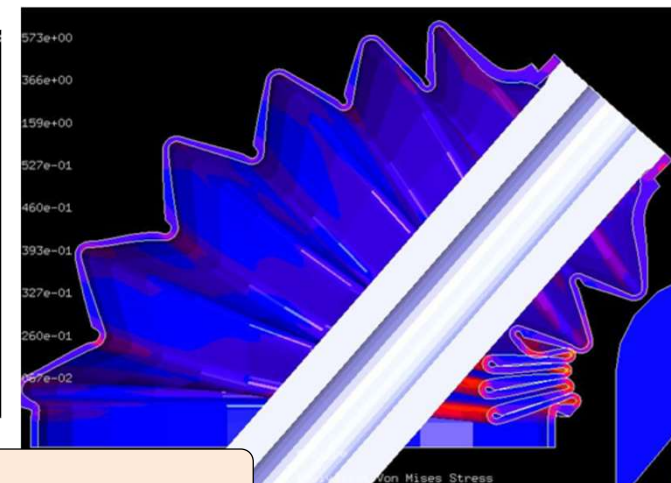
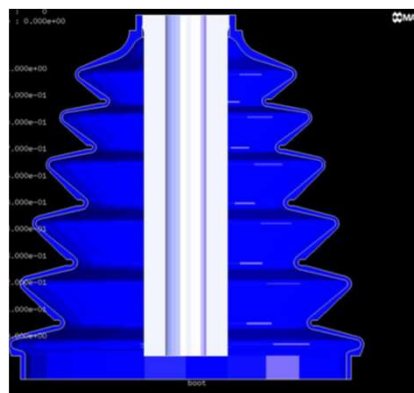


ゴムクッション2D解析～3D展開

変形反力



ブーツの揺動変形解析



自動化を取り入れて短期間で修得できます。

自動化・手順書絡めて

要素分割は、本プログラムの解析時間に最も影響を与える因子である為、詳しく説明する。
分割数は極力、下記説明の小さい方を採用のこと。

大径シール側

R部1〜2分割で十分

R部5〜6分割

ヒンジストリート部
2〜3分割で十分

ヒンジR部10分割

山-谷ストリート部
8〜10分割

1.
PLACEMENT
'ADD'
_node_list: 1/2断面の
DEを全て選択する...

ファイル cvj30-2.mxd (保存)

1.2 (プロシジャー) を実行する...

→PROCEDURE EEXECUTE→

Enter Proc File Name: /disk2/user/cvj30-12.proc...

H 解析用ファイルの保存

MARC形式: FILES→MARC WRITE

→ Enter File Name: FILE_NAME.dar (OKTO Create? Y)

MENTAT形式: FILES→MODEL SAVE AS

→ Enter File Name: FILE_NAME (OKTO Create? Y)

データによる解析用ファイルの調整

剛体としてカップ等は、定義済みなでカップ等のマージは不要

解析ファイルの調整を参照にマージを調える

解析の実行

marck2003 -rid file_name -b n

(注) バージョンを MARC2003 とすること

[実際に作る・・・]

EXCELに実施した履歴をコピー

3D化

入力すべき項目を赤字で追記

材料
入力

ブーツ材料

要素のコピー
番号付け
元に戻して
節点共有

隣の出力用シートに反映

お問い合わせリンク

<https://terakoya2018.com/question>

公共試験場を利用して ゴムの解析用ひずみエネルギーを構築しませんか。

- 候補日をいただければ調整します。1社4名様くらいまで -

1. 富山県でご希望の日程で、6時間程度で修得できます。
操作は簡単で、ひな型を使って回帰も簡単です。

※ひな型販売もしています。

2. 公共試験場ですので、安価に、（修得すれば）いつでも
ご利用いただけます。

アフターフォローも万全です、問い合わせに回答します。

寺子屋/CAE解援隊

URL <https://terakoya2018.com>

連絡先 hagi@terakoya2018.com

080-2230-8785



富山県
産業技術研究開発センター

Google 検索
○ WWW を検索 ● センター内を検索

リンク お問い合わせ

HOME 技術支援 センター概要 お知らせ 主要設備 刊行物 研究開発 産業財産権
Program About News Facility Publication Development Industrial property rights

ホーム > 概要 > 組織・研究職員 > 生活工学研究所

概要・沿革 組織・研究職員 交通案内

生活工学研究所

「衣」、「住」、「遊」といった人間生活に係る産業製品の開発や生産を支援するための研究指導を行っています。特に、感覚、生理あるいは動作等人間特性の計測評価をとおして人間適合型の生活関連製品の開発、生産を促進するための研究に重点を置いています。

〒939-1503 富山県南砺市岩武新35-1 TEL:0763-22-2141 FAX:0763-22-4604

[富山県産業技術研究開発センター \(pref.toyama.jp\)](http://pref.toyama.jp)

- プログラム（案） -

1. ゴムの測定からデータのまとめ方、注意点（最重要）と概要 10:00～10:20

1-1. 短冊、ダンベルでの単軸伸張試験の注意点

実習で行う単軸試験でのセット時のへたり補正方法について説明し、単軸試験でのゴムの挙動を確認します。

1-2. 見かけ上のヤング率について

サンプルの選定、測定方法で本当の剛性が求められないことがあります。

速度依存性を気にする方もいますが、そこはほとんど影響ありません。明確に説明します。

※お問い合わせいただければ資料で説明します。

※ゴム製造メーカーへの上手な問い合わせ方法を提案します。

1-3. 二軸理論と実習前の試験機の操作概要と注意点

ネオフックからムーニー高次関数、またオグデンでの定式化を説明します。

1-4. 試験時にやってはいけない注意点のみ説明します。

2. 単軸試験実習及び二軸試験実習

10:25～14:50

昼食休憩 (12:00～13:00)

4. 単軸及び二軸試験のまとめ

15:00～16:00

EXCELひな形を使って、回帰からエネルギー関数を定義します。

その際に、二軸試験機の制約から正確なヤング率が取れていないので、補正を行います。

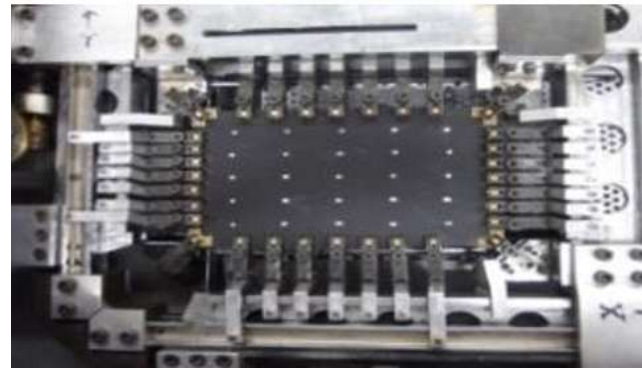
費用：1名20万円、1名追加＋2万円/税別 お弁当をご用意します。

現地の二軸試験機



$$\text{Mooney式: } W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3) + C_{11}(I_1 - 3)(I_2 - 3) + C_{20}(I_1 - 3)^2 + C_{30}(I_1 - 3)^3$$

※適用の構成則は、元のデータが同じならば
Ogden、Mooney、どれを選んでも同じ精度です。



サンプル取り付け部

動画Youtube:
一軸拘束二軸伸張

<https://youtu.be/k4d9Rw9KEv0>

動画Youtube:
均等二軸伸張

<https://youtu.be/NKkxhFv2--k>

従来の試験機は、横置き型・大型 非常に高価 旧型、富山工業試験場、昭和生まれですがまだまだ現役です。

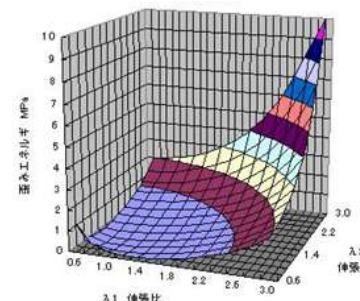
二軸用シートが用意できない方

そんな時、二軸データサンプルの提供

Mooney 3次 ひずみエネルギー密度関数

$$W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3) + C_{11}(I_1 - 3)(I_2 - 3) + C_{20}(I_1 - 3)^2 + C_{30}(I_1 - 3)^3$$

※注意) 必ずしも硬度と剛性に比例関係はありません。最低限、
単軸試験から剛性(ヤング率)確認をお勧めします。



提供の方法

- 1) お試しサンプル：無償提供
 - 2) 短冊の測定を基にマッチした材料提供
ヤング率からマッチしたデータ検索
 - 3) 短冊もご用意できない方
⇒製品測定と、それを模した解析から推定
- いろいろな方法があります。ご相談ください。

ニトリルゴムのサンプル例)

【NBR材】N系(回帰)					N/mm2
Gs	C10	C01	C11	C20	C30
40Hs	2.48981E-01	2.75767E-02	-4.30145E-03	#####	#####
50Hs	2.86538E-01	3.33478E-02	-4.55062E-03	#####	#####
60Hs	4.13081E-01	5.65268E-02	-5.58853E-03	#####	#####
70Hs	6.18743E-01	1.06498E-01	-7.92785E-03	#####	#####

ご用意可能な材料種と対応硬度

- | | |
|------------------------|------------------------|
| ①天然ゴム(NR)[35-80Hs] | ②スチレンゴム(SBR)[35-80Hs] |
| ③ニトリルゴム(NBR)[35-80Hs] | ④クロロプレンゴム(CR)[48-75Hs] |
| ⑤エチレン・プロピレンゴム[50-80Hs] | ⑥フッ素ゴム[55-80Hs] |
| | ⑦シリコン[35-60Hs] |

他材料、この範囲外の硬度のご相談ください。

Ogden係数の提供もありますが、どの形でも予測精度は同じです。
(Ogdenの場合、変換の手数料を頂きます)

二軸伸張試験、無料・有料(4万円～、複数割あり)の解析用データを提供します。

お問い合わせ先

ホームページに

解析の失敗しない方法、材料定義、効率化・自動化の資料多数
不足分・ご要望に応じて作成します。
お問い合わせください。

寺子屋 問合せ <https://terakoya2018.com/question>

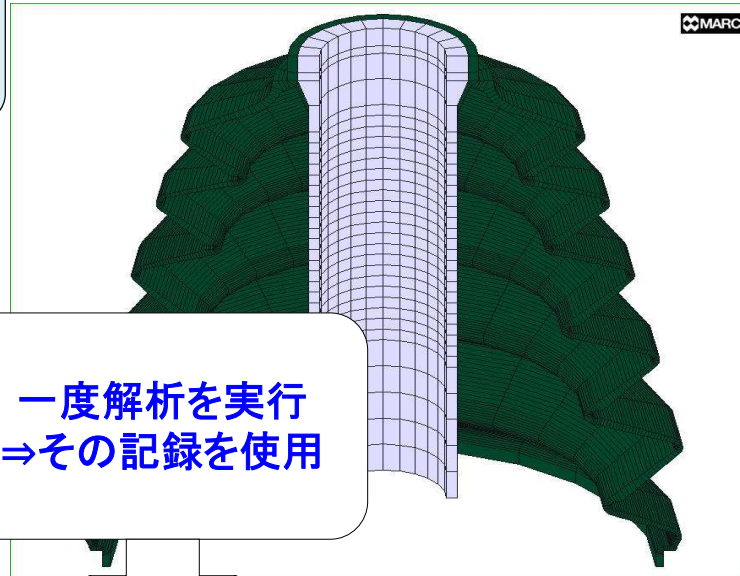
<https://terakoya2018.com/>

TEL : 080-2230-8785

MAIL : hagi@terakoya2018.com

自動化定義例、
マニュアルも承ります。
(現地捜査から作成)

ブーツ解析の自動化



一度解析を実行
⇒その記録を使用

| Version : MENTAT II 2.3.1

*select_elements_class

line2

*remove_elements

all_selected

*element_type 10

all_existing

\$

*select_sets

rigid1

*

*

*

-10000

all_visible

*select_clear

*select_sets

rigid3

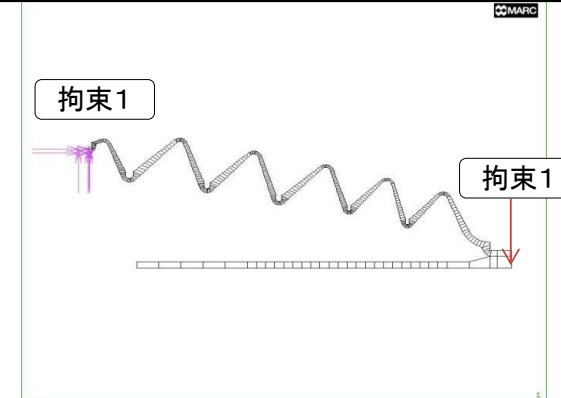
*visible_selected

*expand_curves

all_visible

*store_surfaces rigid3s

自動化の方法: CAD自動化と同様



- 1) メッシュ作成、上下の拘束条件設定
要素に“boot” “shaft” という名前付ける
- 2) 解析設定、3D化、順次手動で実行
- 3) 記録をテキストで残す

*element_type 10

all_existing

*expand_axito3d_reset

*set_expand_non_equi_angle 1

-10

*set_expand_non_equi_repetitions 1

18

実作業の記録

*select_sets

boot

要素分割は、本プログラムの解析時間に最も影響を与える因子である為、詳しく説明する。
分割数は極力、下記説明の小さい方を採用のこと。

大径シール側

R部1～2分割で十分

R部3～6分割

ヒンジストレート部
2～3分割で十分

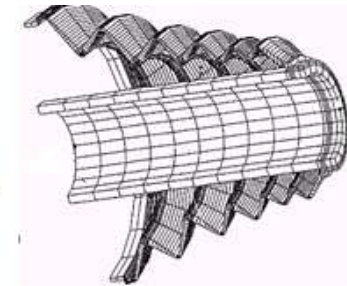
ヒンジR部10分割

山・谷ストレート部
8～10分割

開発者の簡易解析の為
正式なメッシングではない

設計・開発者への展開の為 手順書は必要

→ MECHANICAL
→ FIXED_DISPLACEMENT
→ NODE・ADD
→ Enter node list: 1/2断面の
NODEを全て選択する。
(覚書ファイル cvj30-2.mud 保存)



G 自動モデル作成プログラム2(プロシジャ-2)を実行する。

UTIL (下のバー) → PROCEDURE-E-EXECUTE →
→ Enter Proc File Name: /disk2/user/cvj30-12.proc.

H 解析用ファイルの保存

MARC形式: FILES → MARC・WRITE
→ Enter File Name: FILE_NAME.dat (OK TO Create? Y)
MENTAT形式: FILES → MODEL・SAVE_AS
→ Enter File Name: FILE_NAME (OK TO Create? Y)

I 解析準備

vi エディタによる解析用ファイルの調整。

剛体としてカップ等は、定義済みなのでカップ等のマージは不要。

資料1: 解析ファイルの調整を参照に、ファイルを変える。

5 解析の実行

① 解析の実行

marck2008 -id file_name -b n

(注) バージョンを MARC2003 とすること。

[実際に作る・・・]

EXCELに実施した履歴をコピー

3D化

入力すべき項目を赤字で追記

材料
入力

シャフト(金属)材料定義

ブーツ材料

要素のコピー
番号付け
元に戻して
節点共有

隣の出力用シートに反映

ブーツ自動プログラム190906.xlsx	
A	B
*set_expand_rotations	-5 0 0 ... 3D化角度(5deg)
*set_expand_repetitions	180/5 ... 何回繰り返すか
7 *expand_elements	
8 all_existing	
9 *set_sweep_tolerance	
10 0.01	
11 *sweep_all	
12 *remove_unused_nodes	
13 *element_type 7	
14 all_existing	
15 *select_sets	
boot	
*new_material	
*material_type mechanical:isotropic	
*material_value isotropic:youngs_modulus	7.76 ... ヤング率入力
20 7.76	... ヤング率入力
21 0.47	... ポアソン比入力
22 1	... 密度入力(正確には質量密度、静解析なので1)
23 *material_option isotropic:plasticity:elastic_plastic *mate	
24 *material_value plasticity:yield_stress	200 ... 降伏応力
30 *material_value isotropic:youngs	
31 21000	... ヤング率入力
32 0.29	... ポアソン比入力
33 1	... 密度入力(正確には質量密度、静解析なので1)
34 *material_option isotropic:plasticity:elastic_plastic *material_type plasticity	
35 *material_value plasticity:yield_stress	
36 200	... 降伏応力
37 *add_material_elements	
38 all_unselected	
53 *remove_unused_nodes	
54 *renumber_elements_directed	
55 1 -0.001 0	... 要素番号付け(X方向)
56 *move_reset	
57 *set_move_translations	
58 -200 0 0	... 移動して元へ戻す
59 *move_elements	

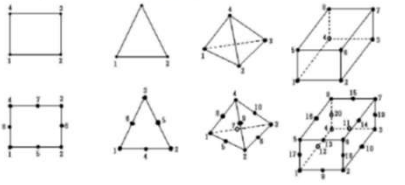
MARC/MENTATマニュアル一部

2 使用要素

要素番号一覧とその注	全要素	注
線形要素	10 (2次元要素)	20 (3次元要素)
平面要素	11 (2次元要素)	21 (3次元要素)
3D Shell	75	80 (2次元要素)
3D Solid	76	81 (3次元要素)
3D Solid (2次元)	77	82 (3次元要素)
3D Solid (3次元)	78	83 (3次元要素)

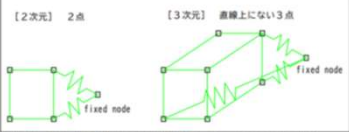
注: 1) "7"は、必ず指定する必要がある。
2) "12", "13"は、中核要素の接触指定に使用し、異性は1次元要素と同じことが確認された。
3) "12"は、指定する必要がある。
4) "75", "76"は、曲面を考慮した軸対称要素は、反方向が可視化出来ないため、使用しない。

2) メッシュの作成 (要素作成方法)
"75", "80", "10", "82 etc 2次元要素: 反方向指定



3) ばね/弾性支持

(1) ばね要素
拘束条件等でばねが一方向に定まらない場合、バネもしくは弾性支持を用いる。

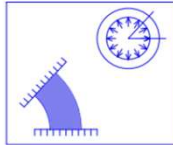


注: 接触指定の場合は、外表面に位置する節点を使用しない。(transformation等の変換のための) また、節点の1/2でもばねに影響するものへの使用は避ける。

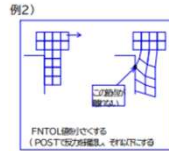
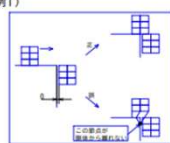
MARC一部

(2) 接触指定の注

(a) 接触指定の注
接触指定は、一辺の長さが"0"の2次元要素である。
接触指定でのBody Contactの定義の場合、アウトラインに長さ"0"の辺が存在するとエラーとなる。



(b) FNTOL値が大きいとき
FNTOL値が大きいとき、異性と変形体が離れなくなる問題が発生する。



以下に示すCONTACT TABLE (変更する)

- CONTACT TABLE
1. (節点)
2. ボデー番号、ERROR値、FNTOL、μ
3. 上記ボデー番号と接触するボデーのリスト

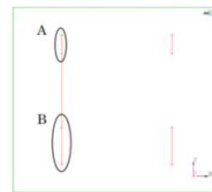
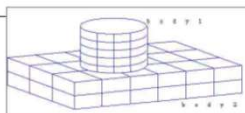
(c) 荷重増分値の与え方
・収束しない場合、通り抜けが発生した場合、"ERROR値×4"増分増分とする。

(d) 摩擦の相対滑り速度について
・これを決定するには、サブルーチン"ufrc, f"で、write文により、相対滑り速度を出力する。
・その1/2の程度を相対滑り速度とすると良い。

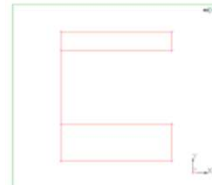
(e) 接触判定距離(ERROR)
・アウトプットの中に、下のよう値が示される。これを参考にして、ERROR値を決定すれば良いが、未入力で解析はOKである。

distance below which a node is considered touching a surface is 1.00000E-02

(f) GLUED OPTION
2つの不整合メッシュを付けて、1つのボデー(手動で定義)する場合、CONTACT TABLEのGLUEDオプションを用いる。



・前と同様の操作 (CRVS → ADD) で、下図の様に4本の線を結び、外筒と内筒の外形が見えてくる。



・下図のAとBの線を、それぞれ10分割する。

M / MG

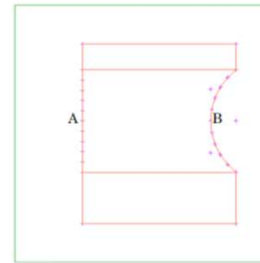
→ CONVERT

→ DIVISIONS

→ 10 10 キーイン

→ GEOMETRY/GEOMETRY — CURVES TO POLYLINES

→ AとBの線を選択して実行



→ TRANSLATIONS

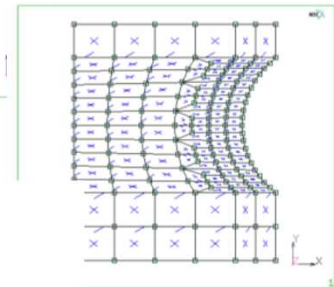
→ A部は 0 5 0 キーイン (or B部は0 -5 0)

→ REPETITIONS

→ A部は 1 キーイン (or B部は2)

→ ELEMENTS

→ A部の要素を選択 (or B部)



10 10 キーイン
THERMAL EXP.

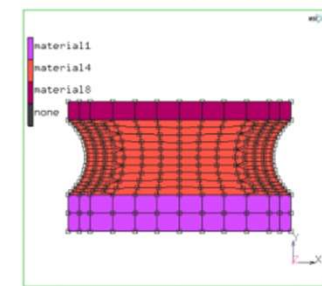
THERMAL EXP. COEF

0.000175 キーイン

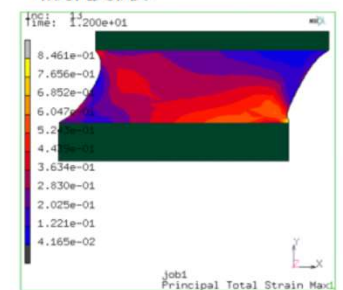
→ OK ×2

→ ELEMENT — ADD

→ オレンジ色部分の要素を選択して実行



<軸方向変形後>



20名程度、1時間程度の実習で修得しています。

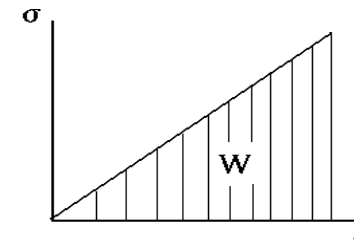
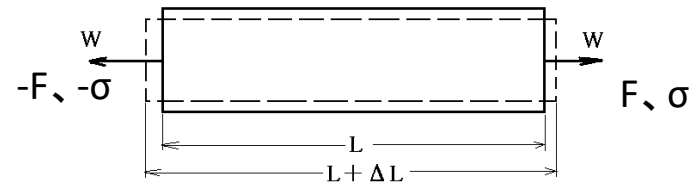
ゴムの解析に必要なエネルギー関数

線形材料

$$\sigma = \varepsilon E$$

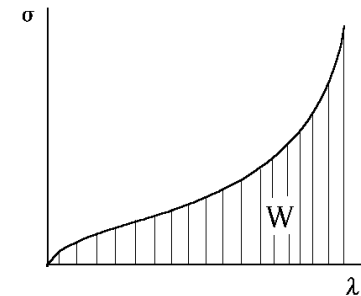
ヤング率 E ひずみ $\varepsilon (= \Delta L/L)$ 応力 σ

$$W = (1/2)E\varepsilon^2$$



非線形材料-ゴムのエネルギー表現

$$W(\lambda) = \int_1^{\lambda_1} \sigma d\lambda$$

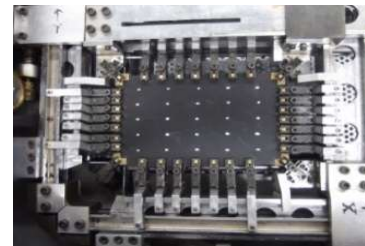


ひずみエネルギー密度関数

二軸試験機



$$\text{Mooney式: } W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3) + C_{11}(I_1 - 3)(I_2 - 3) + C_{20}(I_1 - 3)^2 + C_{30}(I_1 - 3)^3$$



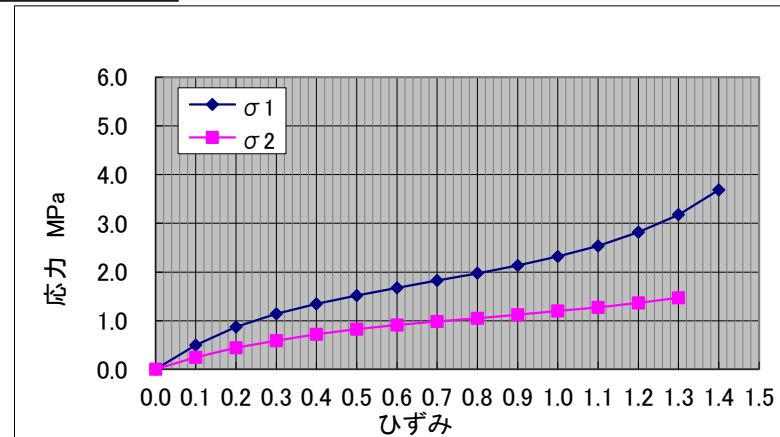
サンプル取り付け部

ゴム協会発行
ゴム材料の基礎に掲載の
配合を基準にした材料から
mooney3次係数算出

最も単純な材料表現

Neo-Hookeanモデル

$$W = C_{10}(I_1 - 3)$$



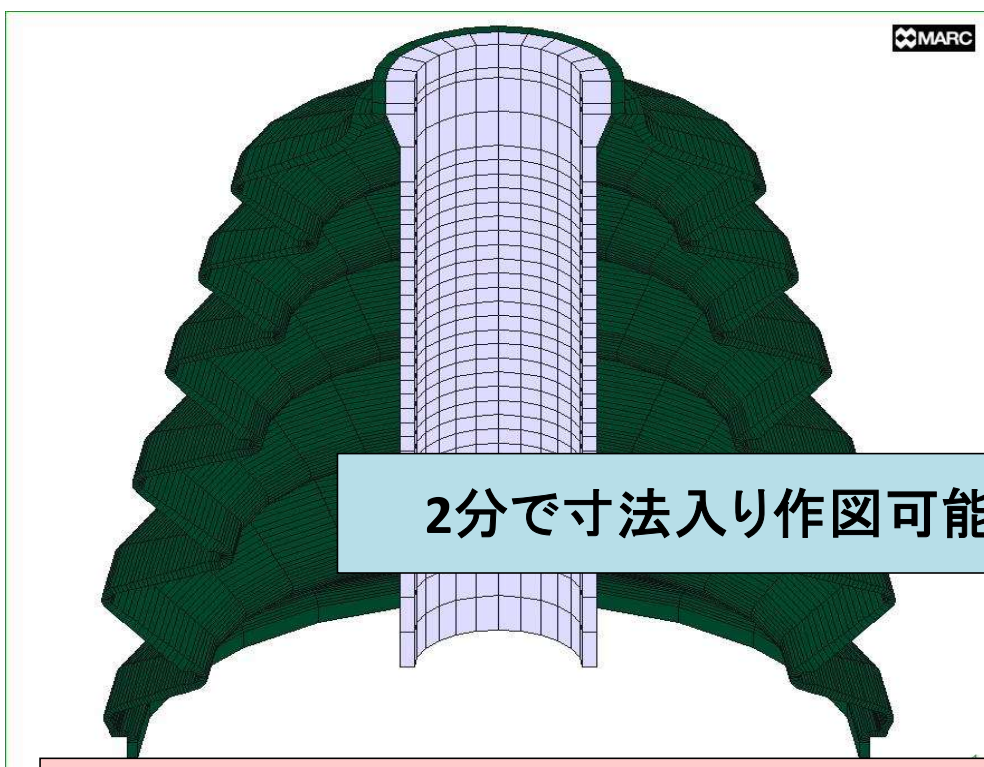
二軸からのひずみエネルギー密度関数定義
予測精度アップの近道です。

非常に高価な為簡易試験機を提案

だれでもできる解析・CADの自動化/効率化

概要

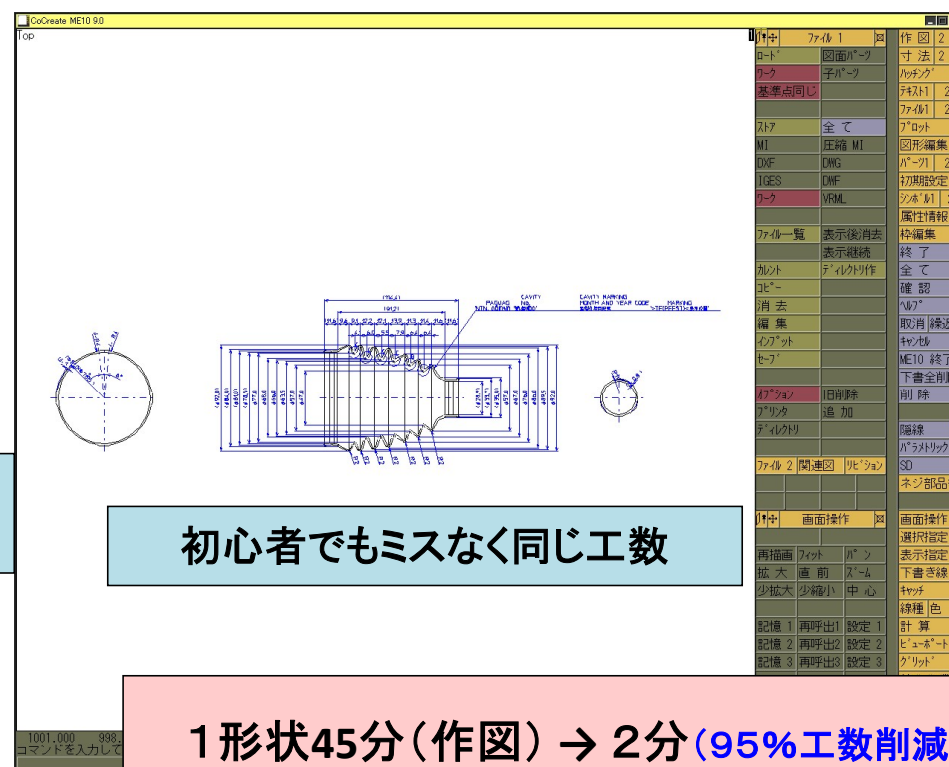
解析の自動化例：等速ジョイントブーツ



2分で寸法入り作図可能

断面メッシュと簡単な名前付けで
設計担当が結果処理まで30分で解析可能

CADの自動化例：等速ジョイントブーツ



初心者でもミスなく同じ工数

1形状45分(作図) → 2分(95%工数削減)
慣れると1分以内

お問い合わせ先

寺子屋 問合せ <https://terakoya2018.com/question>

<https://terakoya2018.com/>

MAIL : hagi@terakoya2018.com